

Aus dem physikalisch-therapeutischen Institut
des städt. Rudolf Virchow-Krankenhauses, Berlin
Dirigierender Arzt: Dr. H. G. Scholtz

Die Kohlensäuregasbehandlung

INAUGURAL-DISSERTATION

zur
Erlangung der Medizinischen Doktorwürde
an der
Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Berlin



vorgelegt von

Kurt Feustel
aus Chemnitz

Tag der Promotion: 16. August 1938

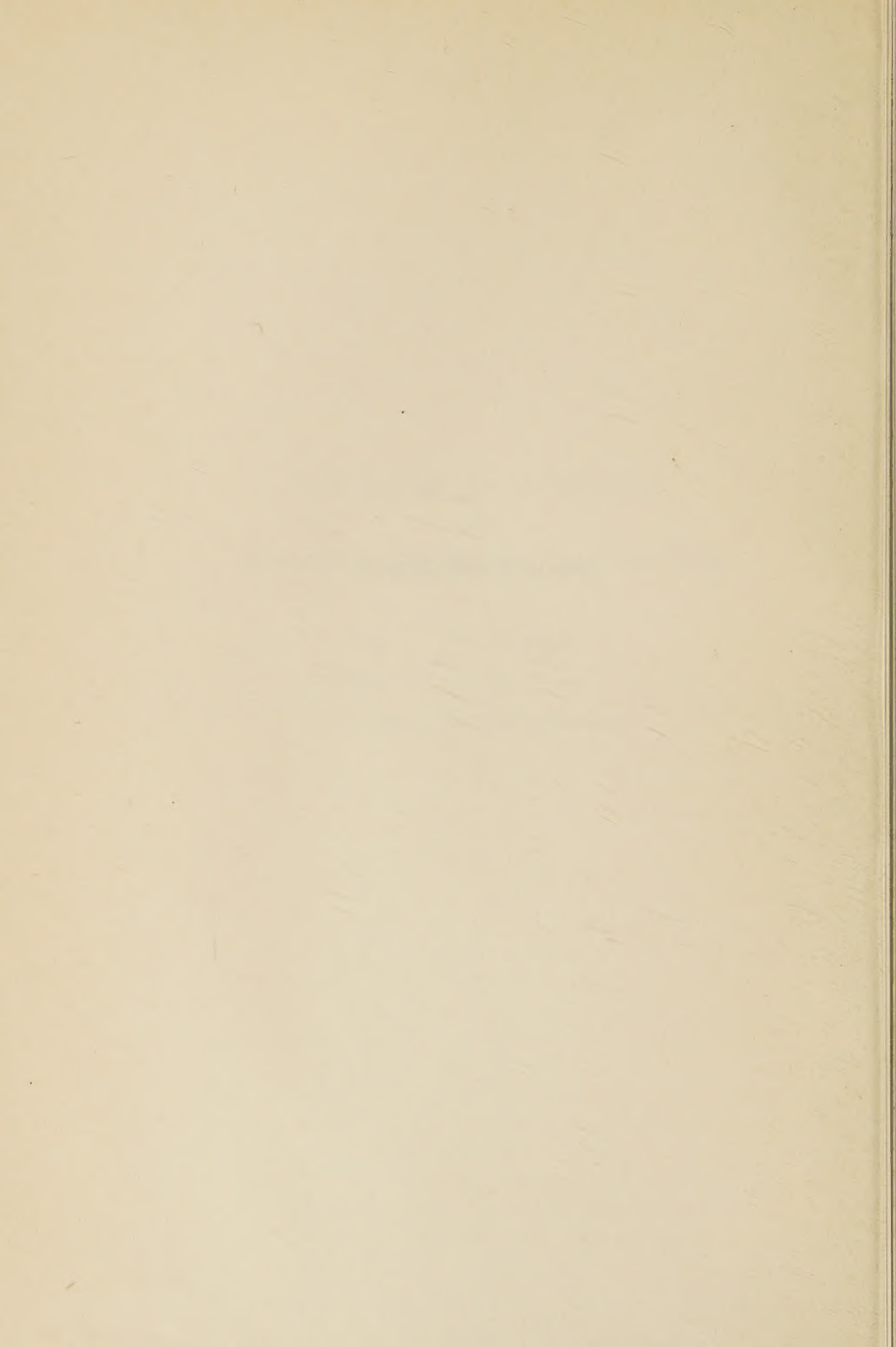
Gedruckt mit der Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Siebeck

Referent: Prof. Dr. Jürgens

Korreferent: Prof. Dr. v. Bergmann

Meinen lieben Eltern.



Im Jahre 1929 berichteten Cobet und Hediger unabhängig von einander über Heilwirkung des Kohlensäuregases bei schlechtheilenden Wunden. Man glaubte etwas Neues gefunden zu haben, es ist jedoch in der Literatur beschrieben, daß man in Deutschland schon vor über 100 Jahren mit Kohlensäuregas behandelt hat. So wurde 1833 von Steinmetz (1) in Pyrmont ein Gasbadekabinett eingerichtet, wo man mit Kohlensäuregas "schmerzhaft und böartige Geschwüre" mit angeblich sehr gutem Erfolg behandelt. Auch in anderen Ländern wurde die Idee aufgenommen und im Jahre 1860 werden aus Paris sehr gute Erfolge berichtet, die der Chirurg Demarquay (2) mit Kohlensäuregas bei der Wundbehandlung gehabt haben will. Seit dieser Zeit findet man jedoch nie wieder eine Nachricht über Kohlensäuregasbehandlung in der Literatur. Vermutlich ist das Verfahren in der Ära der Bakteriologie in Vergessenheit geraten.

Wirkungsmechanismus der Kohlensäure.

Erst seit dem Aufkommen der Gasbäder interessiert die Frage, ob die menschliche Haut für ein Gas auch von außen nach innen durchlässig ist und falls ja, wie weit das Gas eindringt. Dringt es nur bis zu den Kapillarwänden vor und ruft dort durch den direkten Kapillarreiz die Dilatation der Kapillaren hervor oder dringt die Kohlensäure durch die Gefäßwände in das Blut ein? Ist das der Fall, so hat man es nicht nur mit der direkten Kapillarreizung, sondern noch mit einer direkten chemischen Wirkung im Blut zu tun. Diese Fragen interessierten mit zunehmender Anwendung der Kohlensäurebäder immer mehr und es wurden zu ihrer Klärung viele Versuche ausgeführt und Arbeiten veröffentlicht.

Man hat zunächst die Frage der CO_2 -Resorption durch Stoffwechselversuche angegangen. Als erster hat Winternitz (3) im Jahre 1901 experimentelle Versuche begonnen. Er bestimmte die Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe im künstlichen Kohlensäurebad. Winternitz läßt die Versuchsperson erst auf einer Chaiselongue ruhen und bestimmt den Grundumsatz. Dann bringt er die Versuchsperson in das Kohlensäurebad, das er aus Sandowbadesalz herstellt. Es ist aber nicht beschrieben, wie die Versuchsperson im Bad gelagert war und gerade das ist wegen der absoluten Muskelruhe sehr wichtig. Winternitz benutzte bei seinen Versuchen die Ventilator, so daß die Versuchsperson keine aus dem Bade

entweichende Kohlensäure einatmen und während der Pausen frische Luft atmen konnte. Weiterhin benutzte Winternitz indifferente Badetemperaturen, damit er die thermische Wirkung von der chemischen trennen kann. Die Versuche ergaben eine Vermehrung der Ventilation um etwa 1 Liter und ein Ansteigen des respiratorischen Quotienten um ca. 1. Daraus folgte Winternitz, daß Kohlensäure durch die Haut resorbiert und dann zusammen mit der im Körper gebildeten durch die Lunge ausgeschieden wird. Von nun an glaubte man an die Gasresorption durch die Haut.

Erst Liljestrand und Magnus (4) zweifelten die Genauigkeit der Versuche von Winternitz an. Sie unternahmen daher in den natürlichen Kohlensäurebädern von St. Moritz Stoffwechselversuche. Sie liessen die Versuchsperson erst 20 Minuten im Bade liegen. Dann begannen sie erst mit dem Versuch, der nur etwa 5 Minuten dauerte. Auch sie benutzten die Ventilatoratmung. Allerdings ging die Versuchsperson mit eigener Muskelkraft in das Bad, so daß man das Ergebnis nicht für ganz einwandfrei nehmen kann. Liljestrand und Magnus fanden ebenfalls eine Zunahme der Kohlensäureausscheidung bei gleichbleibender Sauerstoffausscheidung, also eine Erhöhung des respiratorischen Quotienten. Diese Erhöhung der Kohlensäureausscheidung führen sie jedoch auf eine reflektorisch ausgelöste Überventilation und auf ein Herabgehen der alveolären Kohlensäurespannung während des Bades zurück. Die Überventilation soll durch den Hautreiz des Bades hervorgerufen werden. Die Forscher sind daher der Meinung, daß eine wesentliche Aufnahme von Kohlensäure durch die Haut offenbar ausgeschlossen ist.

Auch Laqueur und Gottheil (5) machten Stoffwechselversuche zur Klärung der Frage, ob Kohlensäure durch die Haut resorbiert wird. Sie führten die Versuche derart aus, daß sie den respiratorischen Quotienten vor dem Bade, während des Bades, 1/2 Stunde und 1 Stunde nach dem Bade bestimmten. Es wurden künstliche Kohlensäurebäder benutzt. Die Versuchsperson wurde in das Bad und auch wieder herausgetragen, so daß jede aktive Muskulararbeit ausgeschaltet wurde. Die Versuche wurden mit dem Knipping'schen Apparat ausgeführt. Es wurde der Gasaustausch während eines gewöhnlichen indifferenten Vollbades und während eines Kohlensäurebades bestimmt. Dabei wird in beiden Fällen ein Ansteigen der Kohlensäureausscheidung festgestellt, das jedoch im Kohlensäurebad größer ist. Weiterhin wurde ermittelt, daß nach dem Bade eine Verminderung der Kohlensäureausscheidung eintritt, die entweder "als Folge einer vermehrten Ausscheidung der Kohlensäure durch die hyperämisierte Haut oder als Kompensation einer erhöhten Aus-

waschung der CO_2 aus dem Organismus während des Bades" aufzufassen ist.

Sehr zahlreiche und umfassende Versuche auf dem Gebiet der Kohlensäureresorption durch die Haut hat F. Groedel und Wachter (6) ausgeführt. Zunächst nimmt Groedel eine eigene besondere Stellung zu dieser Frage ein. Er behauptet, daß durch die Haut keine Kohlensäure resorbiert wird, im Gegenteil, daß im kohlensäueren Wasser- oder Gasbad die Kohlensäureabgabe durch die Haut "auf Grund rein theoretischer Überlegungen" erschwert sei. Dadurch erhält man eine relative Kohlensäurestauung in der Peripherie und in der Haut. Diese Kohlensäurestauung sei ein Reizfaktor für die Kapillaren, für endokrines System und Stoffwechsel und damit der Hauptgrund für den Erfolg der Kohlensäurebäder. Während Winternitz und Liljestrand keine Erhöhung der Sauerstoffaufnahme fanden, stellt Groedel in seinen Versuchen fest, daß auch die Sauerstoffaufnahme gesteigert ist und daß es sich folglich einfach um eine Steigerung des Stoffwechsels handelt. 1929 veröffentlichten Groedel und Wachter Versuchsergebnisse. Zu diesen Versuchen benutzten sie eine besonders dafür konstruierte Wanne und Hebevorrichtung. Die Versuchsperson ruhte auf einer Bahre. Mittels einer Hebevorrichtung wurde die Versuchsperson mit der Bahre in die Wanne "eingefahren", so daß jede aktive Körperarbeit vollkommen ausgeschlossen war. Zur Stoffwechselbestimmung wurde auch der Knipping'sche Apparat benutzt. Nach diesen Versuchen schreiben Groedel und Wachter u.a.: "Wenn - wie niemand bezweifelt - die CO_2 durch die Epidermis hindurch zum Korium vordringt und dort die Kapillarweite beeinflusst, was hindert sie dann daran in das Blut selbst einzudringen? Die hervorstechendsten Merkmale des CO_2 -Bades: Steigerung der CO_2 -Abgabe, der Ventilation, des R.Q. erklären sich dann zwanglos". Und an anderer Stelle schreiben sie: "Wir sind nämlich in der Lage, gerade die beiden Beobachtungen, die Laqueur und Gottheil gegen eine Resorption der CO_2 durch die Haut einführen, zu widerlegen, nämlich 1. daß jede Nachwirkung fehle, und 2. daß auch im Süßwasserbad CO_2 ausgeschüttet werde". Durch Versuche wurde festgestellt, daß der R.Q. in Süßwasser sinkt und daß die CO_2 -Werte nach dem Bade ganz allmählich zurückgehen. Gerade auf diese Befunde gründen Groedel und Wachter die Ansicht, daß Kohlensäure durch die Haut aufgenommen wird. Beim Kohlensäuregasbad ergeben die Versuche, daß die Haut eine gewisse Feuchtigkeit haben muß, damit die Kohlensäure durch sie eindringen kann.

Weiterhin haben noch Prausnitz (7), Schott (8), Turkeltaub (9)

und Freund (10) Versuche betreffs Resorption der Kohlensäure durch die Haut ausgeführt. Sie haben verschiedene Methoden angewandt (so hat Freund den Kohlensäuregehalt des venösen Blutes bestimmt) und kommen auch zu verschiedenen Ergebnissen. Prausnitz und Turkeltaub verneinen die Kohlensäureresorption durch die Haut, während Freund und Schott sie bejahen.

Bis jetzt war man folglich noch geteilter Meinung über die Frage der Resorption der Kohlensäure durch die Haut, und man konnte die Frage keinesfalls als gelöst betrachten. Hediger (11) hat dann Versuche ganz anderer Art angestellt. Er klebte eine Glasglocke auf die Haut des Oberschenkels auf. Die Glocke trug zwei Vorrichtungen zum Einsetzen eines Thermometers und zum Füllen. In die Glocke wurde hochprozentige Kohlensäure (70-80%) eingeleitet. Jede halbe Stunde wurden Proben aus der Glocke entnommen. Dabei wurde durch Analyse festgestellt, daß nach einer bestimmten Zeit Kohlensäure fehlte. Ein Entweichen der Kohlensäure nach außen war unmöglich, denn Hediger füllte die Glocke auch mit geringeren Konzentrationen Kohlensäure (30%) und hierbei blieben die Werte konstant. Die Kohlensäure konnte also nur durch die Haut passiert sein. Das Ergebnis der Versuche war, daß aus der Glocke so lange Kohlensäure abgegeben wurde, bis sich die Konzentration im Gefäß mit der Konzentration der Gewebskohlendensäure ins Gleichgewicht gesetzt hat. Demnach erfolgt der Übertritt der Kohlensäure durch die Haut nach den Gesetzen der Diffusion. Die Haut spielt dabei lediglich die passive Rolle einer Membran und es ist erwiesen, daß der Austausch der Kohlensäure durch die Haut ein rein physikalischer und nicht biologischer Prozeß ist. Hediger hat damit nicht nur einwandfrei die Resorption der Kohlensäure durch die Haut nachgewiesen, sondern auch die sehr wichtige Tatsache festgestellt, daß die Kohlensäurebäder hochkonzentriert sein müssen.

Endlich unternahmen auch noch Cobet und v.Haebler (12) Untersuchungen, um die Frage der Resorption der Kohlensäure durch die Haut zu klären. Sie setzten die Versuchsperson bis zum Hals in ein Kohlensäuregasbad. Ein Einatmen der Kohlensäure war unmöglich. Bei vorgenommenen Stoffwechseluntersuchungen fanden sie eine Erhöhung der Kohlensäureausscheidung. Folglich muß, da Versuchsfehler ausgeschlossen sind, Kohlensäure im warmen Kohlensäuregasbad durch die Haut aufgenommen werden. Dann wird noch festgestellt, daß eine starke Schweißsekretion stattfindet, wobei die Körpertemperatur (rektal gemessen) nicht erhöht, eher etwas erniedrigt ist. Ein weiterer wichtiger Punkt der Versuchsergebnisse

ist, daß die Durchlässigkeit für Kohlensäure bei feuchter Haut bedeutend größer ist als bei trockener Haut, denn es wurde von den Versuchspersonen, wenn sie in Schweiß gerieten, viel mehr Kohlensäure resorbiert, als wenn das Gas bei Zimmertemperatur einwirkte.

Überblickt man die Ergebnisse der Versuche, so kann man die Frage der Resorption von Kohlensäure durch die Haut als gelöst betrachten und sie bejahen. Diesen Standpunkt nehmen heute fast alle Spezialisten auf diesem Gebiet ein. Wußte man nun, daß die Kohlensäure die menschliche Haut durchdringen kann, so interessierte jetzt die Frage, welchen Einfluß die resorbierte Kohlensäure auf den Körper ausübt. Auch zur Klärung dieser Frage wurden zahlreiche Versuche ausgeführt.

Eine feststehende Tatsache ist, daß nach einem Kohlensäurewasser- oder Kohlensäuregasbad eine Hautrötung auftritt. Diese Rötung tritt nur an den Körperstellen auf, die mit der Kohlensäure in Berührung gekommen sind, es muß also eine rein lokale Wirkung sein. Das Zustandekommen dieser Hautrötung erklärt man sich durch eine stärkere Füllung der Kapillaren und auch der kleineren Arteriolen. Benatt (13) hat kapillarmikroskopische Untersuchungen bei Kohlensäuregasbädern durchgeführt und hat eine Strömungszunahme, eine Vergrößerung des Lumens und Aufschließen vorher nicht sichtbarer Plexusschenkel gefunden. Bemerkenswert ist, daß die Erweiterung der Gefäße, besonders auch der tiefer liegenden Plexus bei dem Kohlensäuregasbad eine stärkere ist als bei dem Kohlensäurewasserbad. Benatt nimmt an, daß die Strömungszunahme von tiefer liegenden Kapillaren, vielleicht auch Arteriolen hervorgerufen wird und daß die Erweiterung der Plexus passiv durch die größere Füllung bedingt wird. Bei Wasserbädern ohne Kohlensäurezusatz kommt es nur zu einer unbedeutenden Strömungszunahme. Folglich muß die Kohlensäure die Strömungszunahme hervorrufen. Bruns und König (14) fanden in ihren Versuchen ebenfalls eine Kapillarerweiterung und Strömungsbeschleunigung. Wie die Kohlensäure diese Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit auslöst, ist noch nicht sicher erwiesen. Fleisch (15) nimmt an, daß die resorbierte Kohlensäure am Ort ihrer Aufnahme eine verstärkte Säuerung hervorruft und er hat festgestellt, daß eine Zunahme der Gewebssäuerung um p_H 0,1 - 0,3 bereits eine Gefäßerweiterung rein örtlicher Natur zur Folge hat. Ebbecke und Lewis (16) haben nachgewiesen, daß durch Kohlensäureeinwirkung ein Gewebshormon frei wird und Gollwitzer-Meyer und Bingel (17) gelang es, aus dem Gewebshormon, welches bei der aktiven Hyperämie in warmen Bädern

entsteht, das Acetylcholin zu isolieren. Auch an die zentralerregende Wirkung der Kohlensäure muß man denken. Doch sind die resorbierten Kohlensäuremengen so gering, daß sie wohl dazu kaum imstande sind. Nach alledem läßt sich sagen, daß die wesentliche Besserung der Durchblutung der Haut bei Einwirkung von Kohlensäure durch einen direkten chemischen Reiz hervorgerufen wird.

Kann man mit der Kapillarmikroskopie die Strömungsgeschwindigkeit feststellen, so gibt sie uns über das Verhalten der Arterien und Venen unter der Kohlensäureeinwirkung keinen Aufschluß. Man hat daher andere Wege gewählt, so die Blutdruckmessung und Bestimmung der Pulsform. Scholtz (18) führte grypotonographische Untersuchungen bei Kohlensäurebädern mit einem von v. Recklinghausen angegebenen Apparat, der Grypotonograph heißt, durch. Mit diesem Apparat kann man auch die Elastizität der Gefäße beurteilen und feststellen, daß die Elastizität bei älteren Menschen mit wandstarren Arterien durch Kohlensäurebäder erhöht wird. Dieses Phänomen läßt sich nicht ohne weiteres erklären, ist aber jedenfalls erwiesen. Auch von Fischer (19) liegen Arbeiten über den Tonus der Arterien im Kohlensäurebad vor. Er vergleicht gewöhnliche Wasserbäder und kalte und warme Kohlensäurebäder. Er schreibt von den Versuchspersonen Pulskurven und bestimmt die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Pulswellen, wobei er feststellt, daß in allen kühlen Wasser- und Kohlensäurebädern die Fortpflanzungsgeschwindigkeit absinkt. Fischer nimmt an, daß die Wellengeschwindigkeit vom Gefäßtonus abhängig ist. Steigt der Gefäßtonus, so wird die Welle rascher fortgeleitet (kaltes Bad), erschlaft das Gefäß, so bekommen wir eine Verlangsamung der Wellengeschwindigkeit. Folglich sei die Gefäßwirkung bei Bädern mit differenter Temperatur hauptsächlich durch den thermischen Reiz bedingt.

Eine weitere Frage ist, ob bei der Wundbehandlung mit Kohlensäuregas die Kohlensäure eine desinfizierende Wirkung ausübt. Hierüber sind die Ansichten sehr verschieden. So geben Valley und Rettger (20) an, daß die Kohlensäure das Bakterienwachstum hemmt, was sie sich durch Beeinflussung der H-Ionen-Konzentration auf den Nährboden erklären. Donald, Jones und Maglean (21) schreiben, daß die Kohlensäure die Zunahme der Bakterien verhindere und das Absterben beschleunige. Parade (22) stellte fest, daß wahrscheinlich zwischen den verschiedenen Arten der Bakterien in ihrem Verhalten der Kohlensäure gegenüber Unterschiede bestehen. Die meisten Forscher äußern die Ansicht, daß geringe Kohlensäurekonzentrationen das Bakterienwachstum fördern, hohe Konzentrationen da-

gegen hemmen. Parade hat Staphylokokkenkulturen verimpft und hat ebenfalls festgestellt, daß in einer hochkonzentrierten Kohlensäureatmosphäre die Kokken lange nicht so gut wachsen wie in gewöhnlicher Luft.

Betrachtet man das bisher erwähnte, so stellt man fest, daß die Kohlensäurebäder doch sehr komplizierte Vorgänge im Körper hervorrufen und daß wir diese trotz zahlreicher wissenschaftlicher Untersuchungen noch nicht einwandfrei kennen. Das Hauptsymptom scheint doch die bessere Durchblutung der Haut zu sein. Dadurch wird die Wasserabgabe durch die Haut gesteigert, die durch Stauung überfüllten Venen werden entlastet und die Hautgefäßerweiterung übt einen Einfluß auf den Gesamtkreislauf aus.

Methoden der Kohlensäuregasbehandlung.

Durch dieses Hauptmerkmal der Kohlensäurebäder, nämlich die örtliche Hyperämie, wurde Cobet (23) 1928 auf den Gedanken gebracht, schlechtheilende Wunden mit gasförmiger Kohlensäure zu behandeln. Er versuchte dieses Verfahren zunächst bei Extremitätengangrän mit diabetischer und arteriosklerotischer Ursache. Da man weiterhin wußte, daß warmes Kohlensäuregas erheblich stärker resorbiert wird als kaltes (s.o.), arbeitete Cobet ein besonderes Verfahren aus. Um das Gas anzuwärmen, benutzte er eigens dafür gebaute Kästen mit Glühlampen. Das kranke Glied wird mit einer Stoffschutzhülle umgeben, die der Haut nicht anliegt. Die Extremität liegt auf den Lederstützen, darüber kommt der Kasten, der rings um die Extremität gut mit Wolldecken abgedichtet wird. In diesem Kasten wird die Luft zunächst ohne Kohlensäure auf 40 Grad Celsius vorgewärmt. Die Kohlensäure wird aus einer mit der Öffnung nach unten stehenden Bombe entnommen. Sie wird durch einen dicken Schlauch ohne Zwischenschaltung eines Reduzierventils in den Kasten geleitet und zwar zwischen Stoffschutzhülle und Kastengewand. Die Kohlensäure darf nicht direkt gegen die Glühlampen strömen, weil diese sonst platzen können. Ist die Luft in dem Kasten auf 40 Grad angewärmt, dann läßt man die Kohlensäure etwa 1 - 1 1/2 Minute einströmen. Nach Wiedererwärmung läßt man noch 2 x Kohlensäure einströmen. Dann wird wieder auf 40 Grad erhitzt und die Extremität bleibt noch ca. 1/2 Stunde im warmen Kohlensäuregasbad. Vor dem Gasbad empfiehlt Cobet ein warmes Seifenbad, da dadurch die Haut gereinigt und erweicht wird und somit besser für Kohlensäure durchlässig sei. Anfangs wird täglich ein Kohlen-

säurebad gegeben, später in größeren Zeitabständen. Bei diesem Verfahren haben wir nicht nur die reine Kohlensäurewirkung, sondern wir haben es noch mit einer trockenen Form von Wechselbädern zu tun. Die Kohlensäure wird ab und zu nicht als Gas, sondern in flüssiger Form in den Kasten geleitet. Durch Verdunstung der Kohlensäure kommt es zu einer Abkühlung, wobei man Temperaturschwankungen der Haut von 7-9 Grad feststellen kann. Von dieser Wirkung verspricht sich Cobet sehr viel, da ja rasche Temperaturschwankungen die Gefäße üben und eine reaktive Hyperämie bewirken. Dabei sollen auch die größeren Arterien beteiligt sein, die durch die resorbierte Kohlensäure nicht direkt beeinflusst werden.

Wie eingangs erwähnt, kam Hediger (24) unabhängig von Cobet zu ungefähr derselben Zeit auch auf den Gedanken, gasförmige Kohlensäure bei schlecht heilenden Wunden anzuwenden und zwar aus folgenden Überlegungen: Wie oben erwähnt, weiß man, daß die Wasserstoffionenkonzentration des Gewebes Einfluß auf die Durchblutung hat. Der Gedanke lag nahe, eine Säuerung des Gewebes künstlich herbeizuführen. Die Säuerung mit körpereigenen Säuren ist schlecht und auch gefährvoll, entweder wird die Säure schnell im Körper neutralisiert oder es kommt zu einer Überdosierung. Diese zwei Momente scheiden bei der Kohlensäure aus, denn sie ist ja eine körpereigene Säure, die vom Blut gepuffert wird, so daß eine Überdosierung kaum möglich ist. Hediger wendet folgendes Verfahren an: Er ließ besondere Manschetten oder Strümpfe aus Gummi anfertigen. Diese werden um die betreffende Extremität gelegt, so daß sie oben und unten gut abschließen. Die Kohlensäure wird aus einer aufrechtstehenden Bombe unter Zwischenschaltung einer Waschflasche (zur Kontrolle der Geschwindigkeit) durch einen seitlich angebrachten Schlauch in die Gummihülle geleitet. Mit Hilfe eines Reduzierventils wird der Zustrom so geregelt, daß pro Stunde etwa 50 Liter einfließen. Das Verfahren wird täglich 2 x 1-2 Stunden angewandt.

Kurze Zeit darauf hat auch Parade (22) die Kohlensäuregasbehandlung angewandt und zwar bei Dekubitus, Verbrennungen, diabetischer, arteriosklerotischer und angiospastischer Gangrän. Er hat über die erkrankte Stelle einen Holzkasten gesetzt, den er rings herum gut mit Zellstoff abdichtet. In dem Kasten ist nur eine elektrische 16-kerzige Birne, damit es nicht zu einer Überhitzung kommen kann. Diese Birne brennt während der ganzen Zeit der Begasung. An dem Kasten ist ein Ventil angebracht, dieses wird während der ersten 5 Minuten der Begasung geöffnet, damit die im Kasten befindliche Luft entweichen kann. Die Kohlensäure wird direkt von der Bombe zu dem Kasten geleitet. Auf dem Wege wird

sie mittels eines Spiritusbrenners leicht erwärmt. Man läßt die Kohlensäure 1/2 Stunde bei 1/10 Atm. Druck dauernd in den Kasten einfließen. Anschließend bleibt der Kasten noch 1/2 Stunde unverändert stehen. Die Behandlung wird täglich durchgeführt.

1933 Gibt Scholtz (25) einen neuen Apparat zur Kohlensäuregasbehandlung an, der von der Firma "Sanitas" hergestellt wird. Für die Behandlung von Extremitäten wird ein Kasten ähnlich wie ein elektrischer Lichtkasten, aber ohne Glühlampen, genommen, für Behandlung an anderen Körperstellen halbkugelförmige Pelotten. Der Kasten oder die Pelotte wird über die betreffende Körperstelle gebracht, wird gut abgedichtet und mittels Gasschlauches leitet man die Kohlensäure ein. Das Gas wird, wenn es aus der Bombe kommt, in einem elektrisch geheizten Mantel erwärmt. Dieses läßt sich genau regulieren, so daß das Gas mit einer konstanten Temperatur von 38 Grad in den Kasten einströmt. Um das Einströmen des Gases genau regulieren zu können, ist an dem Heizmantel ein Reduzierventil mit Manometer angebracht. Die Heizung wird bei Behandlungsbeginn 5 Minuten angestellt, dann nur noch aller 10 Minuten je 3 Minuten lang. Es wird 1/2 Stunde behandelt, während dieser Zeit läßt man dauernd unter geringem Druck Gas einströmen, so daß der zu behandelnde Körperteil in einer hochkonzentrierten Kohlensäureatmosphäre ist. Es wird täglich behandelt.

Von den 4 angegebenen Behandlungsmethoden ist diese wohl die einfachste und genaueste. Der Vorteil ist, daß das Gas während der ganzen Behandlungszeit mit gleicher Temperatur von 38 Grad in den Kasten einströmt. Somit sind die Glühlampen überflüssig und das ist der Fortschritt an diesem Apparat, denn die strahlende Wärme der Glühlampen wird von Kranken mit Gangrän fast immer schlecht vertragen und oft reagieren die Gefäße paradox. Es empfiehlt sich im Behandlungsraum an der Wand kurz über dem Fußboden eine Abzugsklappe anzubringen, denn die bei der Behandlung nebenher ausströmende Kohlensäure senkt sich zu Boden und kann dann abfließen. Weiterhin ist es angebracht, den Kopf des Kranken höher als die zu behandelnde Körperstelle zu lagern.

Um auch die Kohlensäuregasbehandlung in der Allgemeinpraxis anwenden zu können, hat Scholtz noch eine ganz einfache Methode angegeben. Hierzu ist nur eine Kohlensäurebombe, ein gasdichter Gummischlauch (am besten ein Winternitz'scher Magenkühlschlauch) und eine Schüssel, Pelotte oder ähnliches nötig. Man legt den Gummischlauch in mehreren Touren in einen zugedeckten Eimer, der mit kochendem Wasser gefüllt ist. Der Schlauch wird einerseits mit der Bombe und andererseits unter guter Abdichtung mit der zu behandelnden Körperstelle in Verbindung gebracht. In dem kochenden

Wasser wird das Gas auf 30 - 35 Grad erwärmt und es kühlt während einer Behandlungsdauer von 20 Minuten höchstens auf 25 Grad ab. Dieses Verfahren ist einfach und billig und kann in jeder Praxis angewandt werden.

Indikation für die Kohlensäuregasbehandlung: Diabetische, arteriosklerotische, angispastische Gangrän, Dekubitus, Ulcus cruris, Phlegmone, chirurgische Wunden und Verbrennungen sind besonders für die Kohlensäuregasbehandlung geeignet. Die Kohlensäure ruft bei den Kranken ein angenehmes Prickeln hervor, oft haben sie das Gefühl des Ameisenlaufens. Nach der Behandlung haben die Patienten ein deutliches Wärmegefühl, das Stunden bis Tage anhält. Bei Extremitätengangrän fällt dieses den Kranken besonders auf, da sie meistens kalte Extremitäten haben. Schon nach wenigen Behandlungen läßt die Sekretion der Wunde erheblich nach, schmierige Beläge verschwinden und nekrotisches Gewebe stößt sich ab. Sogar spontane Amputationen von nekrotischen Zehen, die ausgezeichnet verheilen, kommen durch die Kohlensäuregasbehandlung zustande.

Dauer der Behandlung: Diese ist sehr verschieden. Es kommt ganz auf die Schwere des betreffenden Krankheitsbildes und auf den Allgemeinzustand des Kranken an. Manchmal genügen schon 5-10 Behandlungen, in anderen Fällen muß man auch 6-8 Wochen behandeln.

Im physikalisch-therapeutischen Institut des städt. Rudolf Virchow-Krankenhauses wurden seit Mai 1935, also in 2 1/2 Jahren, etwa 180 Kranke mit Kohlensäuregas behandelt. 50 Fälle sind nicht wissenschaftlich zu verwerten, da die Kranken teils vor Beendigung der Behandlung aus stationärer Behandlung entlassen wurden, teils weil ambulante Patienten nicht mehr zur Behandlung erschienen sind. Es bleiben folglich etwa 130 Fälle, über die zu berichten wäre. Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über das Ergebnis der Kohlensäuregasbehandlung im dem genannten Institut.

Krankheit	Zahl der Fälle	Heilung	Besserung	Kein Erfolg
Chirur. Wunden	24	19	5	-
Diab. Gangrän	21	14	6	1
Art. skler. Gangr.	18	10	5	3
Dekubitus	20	15	5	-
Ulcus cruris	19	17	2	-
Incid. Phlegmone	4	4	-	-
Verschiedenes	18	15	2	1
Ergebnis	124	94	25	5

Es wird nun von den verschiedenen Krankheitsgruppen über einige Fälle berichtet, da man daraus am ehesten den Vorteil der Kohlendensäuregasbehandlung einsehen kann.

Chirurgische Wunden. Wie allgemein bekannt, ist die Heilungstendenz von chirurgischen Wunden individuell sehr verschieden. Bei manchen Menschen heilt jede Wunde schnell, bei anderen langsam und bei einigen wollen sich Wunden überhaupt nicht schließen. In hiesiger Klinik wurden 24 Patienten mit schlechtheilenden chirurgischen Wunden behandelt. Es handelte sich um solche Wunden, mit denen der Chirurg nach der operativen Behandlung nicht mehr weiter gekommen war. Der Heilverlauf solcher Wunden nach Verabfolgung von Kohlendensäuregas war meist verblüffend, oft begannen sich die Wunden schon nach einigen Behandlungen zu schließen. Es ist nicht vorgekommen, daß die Kohlendensäuregasbehandlung überhaupt nicht angeschlagen hat. In 19 Fällen konnte vollkommene Heilung erzielt werden und bei 5 Patienten trat eine wesentliche Besserung ein.

Fall 1: B.R., 17 Jahre. Schlechtheilende Wunde nach Sterilisation.

Patient war noch nie ernstlich krank. Vor 5 Wochen wegen angeborenen Schwachsinn's Sterilisation. Jetzt ist die Wunde der linken Seite glatt verheilt, während die rechtsseitige Wunde noch ca. 2 cm offen ist, der Grund der Wunde ist schmierig belegt. Nur geringe Granulation. Therapie: 4 x wöchentlich Kohlendensäuregas, vorher andampfen. Bereits nach 7 Behandlungen, also nach einer Behandlungsdauer von knapp 2 Wochen, ist die Wunde vollkommen geschlossen und Patient kann geheilt entlassen werden.

Fall 2: R.B., 46 Jahre. Schlechtheilende Transplantation nach Thiersch.

Vor 6-7 Jahren bildete sich am linken Oberschenkel infolge von artistischer Arbeit eine Verdickung. Nach 3/4 Jahr blutete diese Stelle. 2 Jahre später offenes Dekubitalgeschwür. Vor 1/2 Jahr wurde eine Probeexcision ausgeführt: Krebsartiges Gewebe. Vor 2 Monaten Excision und Lappentransplantation nach Thiersch. Jetzt ist die Operationswunde an der Innenseite des Oberschenkels etwa noch handtellergrößer offen und zeigt nur geringe Neigung zur Heilung. Therapie: 4 x wöchentlich Kohlendensäuregas. Nach 15 Behandlungen epithelisiert die Wunde gut und hat sich auf 5-Markstückgröße verkleinert. Nach 25 Behandlungen ist die Wunde bis auf eine kleine Stelle im Zentrum abgeheilt, und nach 35 Behandlungen ist sie vollkommen geschlossen. Patient wird entlassen.

Schon an Hand dieser 2 Fälle sieht man die eindeutige Wirkung des Kohlendensäuregases. Jedes Mal lag die Operation 4 - 6 Wochen

zurück und die Wunden zeigten keinerlei oder nur geringe Heilungstendenz. Nach Verabfolgung von Kohlendioxidgas begannen sich die Wunden sofort zu reinigen und schlossen sich schon nach kurzer Zeit.

Diabetische Gangrän: Die diabetischen Geschwüre der Unterschenkel und Füße gehören zu den am schwersten zu heilenden Wunden. Trotz Salbenverbänden oder anderen Behandlungen schließen sich diese Wunden schlecht oder gar nicht, sie nehmen an Größe und Intensität zu und oft kommt es zur Nekrose und es muß amputiert werden. Seitdem wir die Kohlendioxidgasbehandlung kennen, haben wir endlich ein gut wirkendes Mittel gegen die diabetische Gangrän in der Hand. Die Erfolge am hiesigen Institut sind recht gut, es wurden selbst ziemlich ausgedehnte gangränöse Stellen zur Abheilung gebracht. Natürlich muß gleichzeitig der Diabetes eingestellt werden. Auch bei drohender Gangrän mit Akrocyanose und fehlenden Fußpulsen hat man mit Kohlendioxidgas gute Erfolge. Hierbei können die Beine vor der Behandlung in ein warmes Seifenbad gesteckt werden, da ja die Kohlendioxidresorption bei feuchter Haut besser ist. Fast immer kann man es dadurch verhindern, daß es zu einer Gangrän kommt. Ist schon eine Gangrän da, dann wird wegen der drohenden Infektionsgefahr nur trocken behandelt. Von 23 behandelten Patienten wurden 16 geheilt, 6 gebessert und nur 1 wurde ungeheilt entlassen.

Fall 3: G.Sch., 59 Jahre. Zehengangrän bei Diabetes.

Vor 2 Jahren wurde bei dem Patienten Zucker festgestellt. Patient hat kein Insulin gespritzt, sondern nur diät gelebt. Vor 4 Wochen bemerkte Patient an der großen Zehe des rechten Fußes ein Pickel, das ihm ziemlich heftige Schmerzen bereitete. Der Fuß war kalt. Es wurde mit Bädern und Salben behandelt, die Schmerzen wurden aber immer schlimmer, die ganze Zehe verfärbte sich blauschwarz und die Haut wurde abgestoßen. Blutzucker 204 mg%. Therapie: 4 x wöchentlich Kohlendioxidgas und täglich 40 Einheiten Insulin. Nach 5 Behandlungen sind die Schmerzen geringer geworden, es bildet sich neue Haut. Nach 15 Behandlungen bekommt die Zehe normale Farbe, keine Schmerzen mehr und nach 26 Behandlungen ist die Zehe vollkommen mit neuer Haut überzogen. Fuß ist warm, Gefühl normal. Geheilt entlassen.

Fall 4: H.W., 56 Jahre. Gangrän der Fußsohle bei Diabetes.

Patientin hat seit 4 Jahren Diabetes. Teilweise hat sie nur diät gelebt, teilweise aber auch Insulin gespritzt. Seit 3 Wochen hat die Patientin am Ballen des rechten Fußes eine große schwarze Blase, die sich allmählich bis auf die Fußsohle er-

streckte. Dann beginnende Entzündung und Vereiterung. Salbenbehandlung ohne Erfolg, die Gangrän schritt immer weiter fort. Befund: Von der Plantarseite der I. Zehe des rechten Fußes bis über das vordere Drittel der Fußsohle reichende oberflächliche, schmierige Ulceration. Umgebung gering gerötet. Nicht druckempfindlich. Auf der Plantarseite des linken Fußes in der Mitte des oberen Drittels etwa pfennigstückgroße trockene Ulceration. Umgebung nicht gerötet. Urin: Zucker und Aceton negativ. Blutzucker 200 mg%. Therapie: 4 x wöchentlich Kohlensäuregas beide Füße. Nach 5 Behandlungen ist die Ulceration am linken Fuß bereits vollkommen abgeheilt. Am rechten Fuß beginnende Demarkierung. Die Wunde hat sich gereinigt und ist trocken. Gute Granulierung von den Wundrändern her. Umgebung ist nicht mehr gerötet. Nach 11 Behandlungen ist auch die Ulceration am rechten Fuß vollkommen abgeheilt. Entlassung.

Fall 5: G.L., 68 Jahre. Fersengangrän bei Diabetes mellitus.

Vor 1 Jahr wurde bei dem Patienten Zucker festgestellt. Seit 5 Wochen hat er ein Geschwür am linken Hacken. Befund: An der rechten Ferse schwärzlich verfärbte, trockene, etwa fünfmarkstückgroße Stelle. Urin: Zucker+, Aceton negativ. Blutzucker 300 mg%. Therapie: 4 x wöchentlich Kohlensäuregas und Insulin. Nach 5 Behandlungen ist noch keine Besserung festzustellen. Nach 13 Behandlungen ist die gangränisierende Stelle deutlich größer geworden. Die Behandlung wird daher abgesetzt. Patient wird ungeheilt entlassen und es wird ihm chirurgische Behandlung empfohlen.

Das ist einer der wenigen Fälle, die durch Kohlensäuregas nicht geheilt bzw. gebessert werden konnten. Bei diesem Patienten konnte allerdings der Blutzucker nicht zur Norm gebracht werden und gewiß war dieses der Grund für das Versagen der Behandlung.

Arteriosklerotische Gangrän. Diese Gangränen verhalten sich ähnlich wie die mit diabetischer Ursache. Auch sie sind therapeutisch nur sehr schwer zu beeinflussen, meistens schreitet die Gangrän trotz Behandlung fort und auch hier muß oft amputiert werden. Es liegt nahe, daß bei der arteriosklerotischen Gangrän ebenso wie bei der diabetischen die Kohlensäuregasbehandlung besonders indiziert ist. Zur besseren Resorption wird bei noch nicht aufgebrochenen Geschwüren vorher angedampft. Fast immer läßt sich zumindest eine Besserung für längere Zeit erreichen, oft sogar für immer. Es wurden 18 Kranke mit arteriosklerotischer Gangrän mit Kohlensäuregas behandelt. Davon wurden 10 geheilt, 5 gebessert und 3 ungeheilt entlassen.

Fall 6: A.T., 66 Jahre. Zehengangrän bei Arteriosklerose.

Patient war früher nie ernstlich krank. Vor 1/2 Jahr bemerkte er eine bohnen große rötliche Verfärbung an der linken großen Zehe. Vor 3 Monaten an genannter Stelle sehr starke Schmerzen. Zehe und Ballen gerötet. 3 Tage danach an der großen Zehe offene Stelle. Befund: Innere Organe o.B. Extremitäten: Der linke Fuß ist blau-rot verfärbt. Normale Wärme. I., II. und III. Zehe feucht, Haut schwärzlich verfärbt, defekt. RR 140/80. Röntgenologisch wird eine einwandfreie Sklerose der linken Arteria tibialis und ihrer Verzweigungen nachgewiesen. Therapie: 4 x wöchentlich Kohlensäuregasbad, Traubenzucker und Euphyllin. Nach 5 Behandlungen Abstoßung des nekrotischen Gewebes, von den Rändern her gute Granulation. Umgebung nicht mehr gerötet. Der Fuß hat fast normale Farbe. Schmerzen haben nachgelassen. Nach 14 Behandlungen ist die Wunde bis auf eine kleine Stelle geschlossen. Keine Schmerzen mehr. Normale Hautfarbe des linken Fußes. Da die Heilungstendenz gut ist, wird Patientin entlassen.

Fall 7: C.K., 25 Jahre. Zehengangrän bei Arteriosklerose.

Seit 2 1/2 Jahren hat Patientin Schmerzen im linken Unterschenkel. Vor einem Jahr wurde die kleine Zehe des linken Fußes gangränös, später auch die 3. und 4. Zehe. Vor 10 Monaten daher Amputation der 5. Zehe und teilweise der 3. und 4. Zehe des linken Fußes. Die Operationswunden wurden bisher mit Salbenverbänden behandelt, die der V. Zehe heilte aber nicht, deshalb jetzt Überweisung zur Kohlensäuregasbehandlung. Befund: Mäßiger Allgemeinzustand. Innere Organe ohne krankhaften Befund. Der linke Fuß ist wesentlich schwächer als der rechte. An Stelle der V. Zehe ein etwa fünfmarkstückgroßes, schmierig belegtes Geschwür, mit derben, glatt abgeschnittenen Rändern. Keine bemerkenswerte Hautverfärbung der Umgebung. Leichte bräunliche Schuppung der Haut in der Knöchelgegend. Wa-R negativ. Therapie: 4 x wöchentlich Kohlensäuregas, vorher andampfen. Nach 8 Behandlungen hat sich das Geschwür gereinigt, keine eitrige Sekretion mehr, frischroter Geschwürsgrund. Von den Rändern her gute Granulationsbildung. Nach 20 Behandlungen ist die Wunde nur noch bohnen groß, sie sieht rein und frisch aus. Nach der 25. Behandlung ist das Geschwür fast abgeheilt und vollkommen sauber. Keinerlei Druckschmerzhaftigkeit in der Umgebung. Patientin wird bei Wohlbefinden in ambulante Behandlung entlassen. Zur Sicherheit werden ambulant noch einige Gasbäder verabreicht, so daß vollkommene Verheilung des Ulcus erreicht wird. Patientin kann wieder gut laufen.

An diesem Fall zeigt sich die Wirkung der Kohlensäuregasbehandlung besonders eindringend. Die Amputationswunde wurde 10

Monate mit Salbenverbänden behandelt, ohne daß die geringste Besserung erzielt werden konnte. Dagegen wurde das Geschwür bereits nach 6-wöchentlicher Kohlensäuregasbehandlung zur Abheilung gebracht.

Fall 8: E.K., 60 Jahre. Raynaud'sche, angiospastische Gangrän.

Patient hat im Krieg die Zehen erfroren. Seitdem Schmerzen beim Gehen, besonders im Winter. Seit 1/4 Jahr Schmerzen und Kribbeln in beiden Beinen. Seit 1 Monat schwarze pfennigstückgroße Stelle an der Innenseite der rechten Wade. Befund: Innere Organe ohne krankhaften Befund. Extremitäten: Starke Rötung und Schwellung des ganzen rechten Unterschenkels, der sich warm anfühlt. Pfennigstückgroße Gangrän an der Innenseite der Wade. Bein wird bei dem Gehen steif gehalten und geschont. Therapie: 4 x wöchentlich Kohlensäuregasbad, vorher andampfen. Nach 5 Behandlungen Status idem. Da auch nach 20 Behandlungen noch keine Besserung eingetreten ist, wird Patient ungeheilt entlassen und es wird ihm die Operation vorgeschlagen.

Dekubitus. Viele Dekubitus, seien sie durch Diabetes mellitus, Arteriosklerose, Kreislaufinsuffizienz oder andere Ursachen bedingt, zeigen eine schlechte Heilungstendenz und oft zieht sich die Behandlung mit Salbenverbänden über mehrere Monate hin. Alle diese schwer zu heilenden Dekubitus reagieren meistens auf Kohlensäuregas sehr gut und sind schon nach wenigen Wochen abgeheilt. Vorher wird angedampft, dadurch wird meistens schon eine Reinigung des Dekubitus erzielt. Die Dekubitus stellen neben den Ulcera cruris das dankbarste Gebiet der Kohlensäuregasbehandlung dar. Das bestätigen auch die Ergebnisse der hiesigen Klinik. Von 20 behandelten Kranken konnten 15 geheilt und 5 gebessert werden, während ein Mißerfolg gar nicht zu verzeichnen ist.

Fall 9: M.S., 22 Jahre. Dekubitus bei Sepsis.

Patientin leidet seit 1 Jahr an starker Schwäche, Schwindel und Blutarmut. Deshalb vor 4 Monaten zur Beobachtung Einlieferung ins Krankenhaus. Hier hatte Patientin 5 Wochen hohe septische Temperaturen, Pleuritis beiderseits, Endocarditis, Splenitis und Polyserositis. Haemoglobin 32%. Nach wochenlangen normalen Temperaturen nochmals 5 Wochen septische Temperaturen. Schlechter Allgemeinzustand. Wegen eines Dekubitus, der bei dem schweren Krankheitsbild keine Heilungstendenz zeigt, wird Patientin zur physikalischen Abteilung überwiesen. Lokalbefund: Über dem Kreuzbein etwa zweihandtellergroßer, schmierig belegter Dekubitus. Scharfe Ränder. 2 cm tief. In der Mitte etwa 5 cm breite Hautinsel. Therapie: Täglich Kohlensäuregas. Bereits nach 10 Behandlungen sieht

man eine deutliche Heilungstendenz. Die Wunde wird trocken, reinigt sich und beginnt zu granulieren. Nach 20 Behandlungen ist die Wunde nur noch fünfmarkstückgroß und zeigt weiterhin von den Rändern her gute Granulation. Nach 50 Behandlungen ist das Ulcus fast vollständig abgeheilt. Entlassung.

Fall 10: K.M., 65 Jahre. Dekubitus bei Diabetes mellitus und Morphinismus.

Patient hat seit 34 Jahren Diabetes. 1932 wurde ihm wegen Gangrän das rechte Bein amputiert. Seitdem nimmt Patient in steigenden Dosen Morphinium. Seit 24 Tagen Entziehungskur und seit 20 Tagen Dekubitus, der sich allmählich verschlimmert und durch Salbenverbände nicht zu beeinflussen ist. Befund: Reduzierter Allgemeinzustand. Innere Organe ohne krankhaften Befund. Extremitäten: Rechts glatter Amputationsstumpf, links rot-blaue Verfärbung der I. Zehe. Lokalbefund: Über dem Kreuzbein kleinhandtellergrößer, schmierig belegter Dekubitus, der bis auf das Kreuzbein reicht. Die Umgebung ist gerötet und erscheint entzündet. Starker Schmerz bei Berührung. Blutzucker 114 mg%. Therapie: 4 x wöchentlich Kohlendioxidgas. Bereits nach 2 Behandlungen hat sich der Dekubitus gereinigt und beginnt von den Rändern her zu granulieren. Nach 10 Behandlungen ist wieder etwas eitriges Sekretion aufgetreten, jedoch nach 25 Behandlungen ist der Dekubitus vollkommen trocken. Überhäutung fehlt noch, Wunde fünfmarkstückgroß. Nach 30 Behandlungen weiterhin gute Granulation und nur noch markstückgroße offene Stelle in der Mitte. Vollkommene Abheilung wurde nach 40 Behandlungen erreicht. Diese Heilung ist besonders zu bewerten, da der Patient während der ganzen Behandlungsdauer wegen seines Morphiniumabusus in einem stark reduzierten Allgemein- und Kräftezustand war.

Ulcus cruris. Wie schon im Abschnitt "Dekubitus" erwähnt, stellen die Ulcera cruris ein sehr dankbares Betätigungsfeld für die Behandlung mit Kohlendioxidgas dar. Selbst ganz alte torpide Fälle, die oft schon jahrelang bestehen, werden zur Abheilung gebracht. Bei 19 Kranken wurde die Kohlendioxidgasbehandlung angewandt. Davon wurden 17 geheilt und 2 gebessert.

Fall 11: A.S., 74 Jahre. Traumatische Ulcera bei Diabetes mellitus.

Seit 2 Monaten hat Patientin an beiden Unterschenkeln offene Stellen, die durch ein Trauma entstanden sind. Keine Heilungstendenz. Starke Schmerzen. Befund: An der Vorderseite beider Unterschenkel etwa fünfmarkstückgroße, schmierig belegte Ulcera. Therapie: Täglich Kohlendioxidgasbad. Schon nach 6 Behandlungen sind alle Stellen vollkommen trocken und fast vollständig epithelisiert. Keine Schmerzen mehr. Nach 10 Behandlungen überall neue

Haut. Normale Farbe. Entlassung.

Fall 12: E.B., 71 Jahre. Ulcus cruris bei Diabetes mellitus.

Patient hat schon sehr lange Diabetes und seit vielen Jahren offene Stellen an den Beinen. Diese heilten trotz wiederholter Behandlung nicht ab. Befund: Am linken Unterschenkel 2 handteller-große, schmierig belegte, offene Stellen. Umgebung gerötet. Therapie: 4 x wöchentlich CO₂-Gasbad. Nach 15 Behandlungen ist noch keine wesentliche Besserung zu verzeichnen, doch nach 40 Behandlungen haben sich die Ulcera gereinigt, und sie trocknen ab. Vom Rande her beginnende Granulation. Nach 45 Behandlungen sind die Ulcera nur noch fünfmarkstückgroß, und sie sehen frisch-rot aus. Nach 55 Behandlungen sind die Ulcera vollkommen abgeheilt. Überall neue Haut. Geheilt entlassen. Mit diesem Fall wird das anfangs dieses Abschnittes Gesagte bestätigt, daß jahrelang bestehende Ulcera geheilt werden können. Diese großen Ulcera bestanden schon seit vielen Jahren. Trotzdem wurden sie innerhalb 4 Monaten geheilt.

Phlegmone. Diese zeichnen sich oft durch langwierigen Heilverlauf und hartnäckige Eiterungen aus. In vielen Fällen muß mehrmals incidiert oder große Stellen breit freigelegt werden, bevor eine Heilung erreicht werden kann. Auch hier beschleunigt das Kohlensäuregas die Heilung ganz erheblich.

Fall 13: K.V., 17 Jahre. Fußphlegmone.

Patient hat sich bei der Ernte vor 1/2 Jahr eine Granne in den Fuß zwischen II. und III. Zehe getreten. Der Fuß war immer geschwollen, trotz Operation immer noch Eiterung. Lokalbefund: Am linken Fußrücken starke Schwellung. Haut gespannt, heiß. Auf dem Fußrücken etwa handtellergroßer feuchter, schmierig belegter Hautdefekt. Therapie: Täglich Kohlensäuregas. Schon nach 1 Behandlung ist die Wunde trocken. Nach 5 Behandlungen ist die Rötung und Schwellung zurückgegangen. Vom Rande her gute Granulation, so daß die Wunde nur noch fünfmarkstückgroß ist. Nach 12 Behandlungen ist die Wunde vollkommen abgeheilt. Überall neue Haut. Keine Schwellung, keine Rötung, keine Schmerzen.

Verschiedenes: Außer den erwähnten Krankheiten kann man noch die verschiedensten Erkrankungen mit Kohlensäuregas behandeln. Besonders indiciert sind Furunkel, Unfallverletzungen, Abszesse, Verbrennungen und Bisse, die nach chirurgischer Behandlung nicht zur Abheilung zu bringen sind. Von 18 Patienten wurden 15 geheilt, 2 gebessert und 1 ungeheilt entlassen.

Fall 14: R.Sch., 71 Jahre. Furunkulose bei Diabetes mellitus.

Patient ist seit 37 Jahren zuckerkrank. Vor 1 1/2 Jahren bekam

Patient mehrere Furunkel auf dem Rücken und war deshalb 4 x im Krankenhaus. Die Furunkel sind immer sehr schwer geheilt. Vor 5 Monaten bekam Patient einen großen Furunkel auf den Rücken. Da mit Salbenverbänden keine Heilung zu erzielen war, ging man operativ vor, aber auch danach zeigte der Furunkel überhaupt keine Heilungstendenz. Deshalb Überweisung zur physikalisch-therapeutischen Abteilung. Lokalbefund: In der Kreuzgegend große Wundfläche von einem Ausmaß 23 x 13 cm. Frische Granulation mit frischen Rändern, stark schmierig belegt. In der tiefsten Stelle etwa 2 cm, daraus besonders starke eitrige Sekretion. Blutzucker zwischen 130 und 160 mg% bei täglich 3 x 30 Einheiten Insulin. Therapie: 4 x wöchentlich Kohlensäuregas. Nach 20 Behandlungen ist die Wunde trocken, nur aus der tiefsten Stelle noch eitrige Sekretion. Gute Granulation von den Rändern her. Wunde noch 15 x 10 cm groß. Nach 45 Behandlungen weiter fortschreitende Epithelisierung, Wunde ist noch handtellergrößer. In der Mitte immer noch eitrige Sekretion. Nach 60 Behandlungen ist in der Mitte nur noch eine etwa fünfmarkstückgroße Wundfläche. Diese ist trocken und sieht frischrot aus. Schnell fortschreitende Granulation von den Rändern aus. Da erfahrungsgemäß bei längerer Verabfolgung von Kohlensäuregas die Wirkung auch nach Absetzen der Bäder noch anhält, wird mit der Behandlung jetzt aufgehört. Eine Nachuntersuchung nach 6 Wochen ergibt, daß die Wunde vollkommen geschlossen ist.

Fall 15: H.P., 68 Jahre. Löwenbiß.

Vor 6 Wochen wurde Patient von einem Löwen gekratzt und gebissen. Es waren mehrere Wunden an der Hand, eine davon eitert jetzt noch und zeigt trotz Behandlung keine Neigung zur Heilung. Lokalbefund: Rechte Hand im ganzen etwas geschwollen. Am Handrücken eine etwa fünfmarkstückgroße Wunde mit eitriger Sekretion. Therapie: 4 x wöchentlich Kohlensäuregas, vorher andampfen. Bereits nach 2 Behandlungen hat die eitrige Sekretion aufgehört, die Wunde hat sich gereinigt und ist trocken. Gute Granulation an den Rändern. Nach 6 Behandlungen ist die Wunde vollkommen verheilt.

Überblick.

Wie aus der Tabelle und den angeführten Fällen hervorgeht, kann man vielerlei Erkrankungen mit Kohlensäuregas behandeln, meistens mit sehr gutem Erfolg. Bei Gangrän ist die Kohlensäuregasbehandlung einwandfrei die beste konservative Therapie. Man kann sie auch mit Kurzwellen, Diathermie etc. kombinieren. Auch bei der

Wundbehandlung haben wir in dem Kohlensäuregas ein hervorragendes therapeutisches Mittel in der Hand. Gewiß sind Salbenverbände etwas billiger, doch muß man berücksichtigen, daß die Behandlung damit oft bedeutend länger dauert und dadurch die Kosten für Krankenhaus oder Arzt erheblich hoch werden. Eine 1/2-stündige Kohlensäurebegasung kostet ungefähr RM -,60. Eine Kohlensäurebombe kostet ca. RM 11,--, damit kann man 18 - 20 Behandlungen durchführen, folglich kostet die Kohlensäure für 1 Behandlung etwa RM -,55. Dazu kommt noch der Preis für den Strom, den der elektrische Heizmantel verbraucht, dieser beträgt ca. RM -,05 pro Behandlung. Außerhalb der Kohlensäuregasbäder braucht nicht behandelt zu werden. Um die Wunde zu schützen, bedeckt man sie mit einem Stück steriler Gaze. Es empfiehlt sich, über die Extremität ein Drahtgestell zu bringen, damit die Bettdecke nicht auf dem Bein lastet. Ein weiteres sehr wichtiges Moment ist, daß durch die Kohlensäuregasbäder der abscheuliche Geruch der Gangränen schon sehr bald beseitigt wird. Das empfinden die Kranken sehr angenehm, da sie der Geruch stark belästigt.

Betrachtet man die Ergebnisse, die das hiesige Institut mit der Kohlensäuregasbehandlung erzielt hat, so kommt man zu der Feststellung, daß ein vollkommenes Versagen der Kohlensäuregasbehandlung äußerst selten ist. Es kommt nur dann vor, wenn das primäre Leiden (z.B. die Arteriosklerose oder der Diabetes) schon zu weit fortgeschritten ist. In 96% aller mit Kohlensäuregas behandelten Fälle konnte eine Heilung bzw. Besserung erzielt werden.

Bei den chirurgischen Wunden ist besonders auffallend, daß manche Wunden, trotzdem der Chirurg glatte und saubere Wundflächen und Wundränder geschaffen hat, absolut nicht heilen, ja oft bis zu 2 Monaten offen bleiben. Gerade solche Wunden heilen unter der Kohlensäuregasbehandlung meistens sehr schnell. Bei den verschiedenen Arten der Gangrän fällt ebenfalls die schnelle, aber besonders die nachhaltige Wirkung der Kohlensäuregasbäder auf. Wird das Grundleiden gleichzeitig behandelt, so kommt es nur in seltenen Fällen noch einmal zu einer Gangrän. Bei den Ulcera cruris ist nochmals zu betonen, daß selbst solche, die schon jahrelang bestehen und sich jeder Behandlung gegenüber resistent verhalten haben, nach Verabfolgung von Kohlensäuregas oft schon nach wenigen Wochen abheilen. Überblickt man die Ergebnisse, so stellt man die hervorragende Heilwirkung des Kohlensäuregases fest und hofft, daß das Verfahren bald bekannter und mehr angewandt wird.

Zusammenfassung.

1. Es wird die Frage der Resorption von Kohlensäure durch die Haut erörtert. Die Frage wird bejaht, es kann Kohlensäure von der Haut resorbiert werden. Es ist ein Diffusionsvorgang, der den physikalischen Gesetzen der Gasdiffusion folgt.
2. Die Resorption von Kohlensäuregas ist bei feuchter Haut bedeutend besser als bei trockener.
3. Es wird besprochen, wie die resorbierte Kohlensäure im Körper wirkt. In den Kapillaren kommt es an der Stelle der Einwirkung zu einer Strömungszunahme und zu einer Vergrößerung des Lumens. Im kapillarmikroskopischen Bild sieht man vorher nicht sichtbare Plexusschenkel. Auch tiefere Gefäße werden beeinflusst.
4. Die Kohlensäure ruft am Ort ihrer Einwirkung eine Gewebssäuerung hervor und diese hat eine Gefäßerweiterung zur Folge.
5. Hohe Kohlensäurekonzentrationen hemmen das Bakterienwachstum, während es niedrige Konzentrationen fördern.
6. Es werden die verschiedenen Methoden der Kohlensäuregasbehandlung beschrieben.
7. Alle schlechtheilenden Wunden, diabetische, arteriosklerotische, angiospastische Gangrän, Dekubitus, Ulcera cruris, Phlegmone, Furunkel, Verbrennungen, Abszesse und Tierbisse sind das Indikationsgebiet für die Kohlensäuregasbehandlung.
8. Die Dauer der Behandlung richtet sich nach Schwere des Krankheitsbildes und Allgemeinzustand des Kranken.
9. Es wird über die Ergebnisse der Kohlensäuregasbehandlung im physikalisch-therapeutischen Institut des städt. Rudolf Virchow-Krankenhaus, Berlin berichtet. Von 124 behandelten Kranken konnten 95 geheilt und 25 gebessert werden, nur bei 5 Kranken war keine Heilung oder Besserung zu erreichen.
10. Aus den verschiedenen Krankheitsgruppen werden einige Fälle berichtet, wobei mit Absicht keine seltenen, sondern nur oft vorkommende Fälle ausgewählt wurden, da ja diese am meisten interessieren.
11. In dem Kohlensäuregas haben wir ein hervorragendes Mittel zur Behandlung oben genannter Krankheiten. Es werden selbst chronisch verlaufende Erkrankungen in verhältnismäßig kurzer Zeit geheilt. Wenn das Verfahren etwas teurer als Salbenverbände ist, so wirkt es jedoch viel besser und führt schneller zur Heilung.

Literaturverzeichnis.

- 1 Steinmetz, Journal für Chirurgie und Augenheilkunde, 1833, Band 20, S.76.
- 2 Demarquay, Essai de pneumatologie medicale (Bailliere, Paris 1866).
- 3 Winternitz, Deutsches Archiv für klinische Medizin, 1902, Band 72.
- 4 Liljestrand und Magnus, Pflügers Archiv für die ges. Physiologie, 1922, Band 193, H. 5/6.
- 5 Laqueur und Gottheil, Zeitschrift für physikalische Therapie, 1927, Band 33, S.207.
- 6 Groedel und Wachter, Physikalische Therapie der Herz-, Gefäß- und Zirkulationsstörungen, Berlin 1925. Veröffentlichungen der Zentralstelle für Balneologie, 1929, Heft 16. Medizinische Klinik 1928, Nr.4, S.129.
- 7 Prausnitz, Medizinische Klinik 1928, S.283.
- 8 Schott, Zeitschrift für physikalische Therapie, 1927, Band 34, Heft 2.
- 9 Turkeltaub, Zeitschrift für klinische Medizin, Nr.107, Heft 1/2, S.181.
- 10 Freund, Archiv für Balneologie und Klimatologie, Nr.1, Heft 1.
- 11 Hediger, Klinische Wochenschrift 1928, Nr.33, S.1553.
- 12 Cobet und v.Haebler, Zeitschrift für klinische Medizin, 1929, Band 112, S.134.
- 13 Benatt, Zeitschrift für klinische Medizin, 1933, Band 126, S.202, 1934, Band 126, S.485.
- 14 Bruns und König, Zeitschrift für physikalische Therapie, 1920, Band 24, Heft 1.
- 15 Fleisch-Atzler, zit. nach Hediger, Klinische Wochenschrift, 1929, Nr.31, S.1452.
- 16 Ebbecke und Th.Lewis, Die Blutgefäße der menschlichen Haut, Berlin 1928.
- 17 Gollwitzer-Meyer und Bingel, Naunyn-Schmiedebergs Archiv, 173, Heft 2/3.
- 18 Scholtz, Zeitschrift für die gesamte physikalische Therapie, 1933, Band 45, S.21.
- 19 Fischer, Zeitschrift für die gesamte physikalische Therapie, 1933, Band 45, S.266, Deutsches Archiv für klinische Medizin, 1936, Band 179, Heft 4, S.373.
- 20 Valley und Rettger, Zentralblatt der Bakteriologie, 1928, Br.89.
- 21 Donald, Jones und Maglean, Zentralblatt der Bakteriologie, 1925, Nr.79, S.184.
- 22 Parade, Fortschritte der Therapie, 1932, Heft 8, S.230.
- 23 Cobet, Therapie der Gegenwart, 1935, S.14, Medizinische Klinik, 1935, S.1160.
- 24 Hediger, Klinische Wochenschrift, 1929, Nr.31, S.1452.
- 25 Scholtz, Fortschritte der Medizin, 1933, Nr.23, S.401.

Ich danke Herrn Dirigierenden Arzt Dr. H.G. Scholtz für die Überlassung der Arbeit und für die Anregungen dazu.

Lebenslauf.

Ich, Kurt Max Hermann Feustel wurde am 8. März 1910 in Chemnitz/Sa. als Sohn des Max Feustel und seiner Ehefrau Margarete geboren und am 28. März 1910 ev.-luth. getauft. 1911 verzogen meine Eltern nach Auerbach im Vogtland. Vom April bis August 1916 war ich schwer krank, so daß ich erst Ostern 1917 in die Übungsschule des Seminars zu Auerbach kommen konnte. Nach vierjähriger Volksschulzeit wurde ich Ostern 1921 in die Oberrealschule zu Auerbach aufgenommen, wo ich auch Ostern 1930 die Reifeprüfung bestand. Mein sehnlichster Wunsch, Medizin zu studieren, konnte nun in Erfüllung gehen und ich begann das Studium im Sommersemester 1930 an der Universität in Göttingen. Bis dahin hatte ich mich noch nicht politisch betätigt, doch im Herbst 1931 meldete ich mich in der NSDAP. an und wurde am 1. Mai 1932 als Mitglied aufgenommen. Im Sommer 1933 machte ich als SA.-Unterführer einen Ausbildungslehrgang beim Militär mit. Nach bestandener ärztlicher Vorprüfung setzte ich mein Studium an der Universität zu Leipzig fort, wo ich am 13. November 1936 die ärztliche Staatsprüfung bestand. Mein Praktisches Jahr habe ich am Rudolf Virchow-Krankenhaus zu Berlin absolviert. Jetzt bin ich hier als Volontärarzt tätig.

